

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Krešimir Peraić**

**ANALIZA KRITERIJA ZA ODREĐIVANJE KOLIČINE  
ZALIHA**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB, 2015.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

## **ZAVRŠNI RAD**

### **ANALIZA KRITERIJA ZA ODREĐIVANJE KOLIČINE ZALIHA**

Mentor: prof. dr. sc. Mario Šafran

Student: Krešimir Peraić, 0135228834

ZAGREB, 2015.

## ANALIZA KRTERIJA ZA ODREĐIVANJE KOLIČINE ZALIHA

### SAŽETAK

Analiza kriterija za određivanje količine zaliha se sastoji od sljedećih kriterija: opseg proizvodnje i isporuke, broj skladišta u distributivnoj mreži, uvjeti skladištenja i stručnost skladišnog osoblja, uvjeti transporta, uvjeti na domaćem i stranom tržištu, učestalost naručivanja, karakteristike robe, kamatna stopa za kreditiranje obrtnih sredstava i porezna opterećenja zaliha robe. Kriteriji su u mnogo pogleda usko vezani te zadovoljavanje jednog kriterija može sa sobom uvjetovati zadovoljavanje drugih, primjerice skladištenje i karakteristike robe. Karakteristike robe su najvažniji kriterij jer one uvjetuju način skladištenja, transporta i drugih kriterija. Ostali kriteriji se nadovezuju u procesu osiguranja kontinuirane proizvodnje i prodaje. Analizom kriterija i primjerima istih iz prakse dat je uvid u njihovu važnost i izvučeni su zaključci.

**KLJUČNE RIJEČI:** kriteriji; količina zaliha; kontinuitet proizvodnje i isporuke

## CRITERIA OF INVENTORY MANAGEMENT ANALYSIS

### SUMMARY

Criteria of inventory management analysis is comprised of the following criteria: extent of production and delivery, number of warehouses in the distribution network, storage conditions and the expertise of warehouse personnel, transport conditions, conditions in the domestic and foreign markets, frequency of ordering, characteristics of the goods, interest rate for lending working capital and tax burdens stock. The criteria are in many ways closely linked, and satisfaction of one criterion can condition the satisfaction of others, such as storage and characteristics of the goods. Characteristics of the goods are the most important criterion because they condition the way of storage, transport and other criteria. Other criteria are closely linked to the process of ensuring continuous production and sales. The analysis of criteria and their examples from practice give insight into their significance and conclusions are drawn.

**KEYWORDS:** criteria; the amount of stock; continuity of production and delivery

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNE ZNAČAJKE UPRAVLJANJA ZALIHAMA.....	2
2.1. Ciljevi, razlozi i uloga održavanja zaliha.....	3
2.2. Predviđanje potreba za zalihama .....	5
2.3. Tradicionalni modeli upravljanja zalihama .....	7
3. PREGLED KRITERIJA KOJI UTJEČU NA KOLIČINU ZALIHA.....	9
3.1. Opseg proizvodnje i isporuke .....	9
3.1.1. Efekt postojećih zaliha.....	10
3.1.2. Planiranje materijalnih potreba .....	12
3.1.3. Planiranje resursa proizvodnje.....	13
3.1.4. Just in time .....	13
3.2. Broj skladišta u distributivnoj mreži.....	14
3.3. Uvjeti skladištenja i stručnost skladišnog osoblja .....	16
3.3.1. Općenito o skladištenju.....	16
3.3.2. Uvjeti skladištenja.....	17
3.3.3. Stručnost skladišnog osoblja.....	18
3.4. Uvjeti transporta.....	19
3.4.1. Vanjski transport.....	20
3.4.2. Sudionici u vanjskom transportu .....	21
3.4.3. Unutarnji transport .....	23
3.5. Uvjeti na domaćem i stranom tržištu .....	24
3.6. Učestalost naručivanja .....	25
3.6.1. Koeficijent obrtaja .....	25
3.6.2. Ekonomska količina nabave .....	26
3.6.3. Točka ponovne nabave .....	27
3.7. Karakteristike robe.....	29
4. PRIMJER UTJECAJA POJEDINIH KRITERIJA NA DEFINIRANJE RAZINE ZALIHA .....	30
4.1. Primjer utjecaja opsega proizvodnje i isporuke na razinu zaliha.....	30
4.2. Primjer utjecaja broja skladišta na razinu zaliha.....	32

4.3. Primjer utjecaja skladištenja na razinu zaliha .....	33
4.4. Primjer utjecaja transporta na razinu zaliha.....	34
4.5. Primjer utjecaja učestalosti naručivanja na razinu zaliha .....	36
5. ZAKLJUČAK .....	38
Literatura.....	39
Popis kratica.....	39
Popis slika .....	41
Popis tablica .....	42
Popis grafikona .....	43

# 1. UVOD

Zalihe su najvažniji element u osiguranju kontinuirane proizvodnje i prodaje. Mogu biti sirovine, gotovi proizvodi ili materijali koji još nisu izašli iz proizvodnje. Predviđanje potreba za zalihama je predmet nezavisnih i zavisnih modela potražnje. Za održavanje razine zaliha razvijeni su razni modeli kojima je cilj ukloniti nedostatke u proizvodnji i prodaji, u njih spadaju osnovni i tradicionalni modeli poput kontinuiranog i periodičnog.

Najvažniji dio rada je pregled i analiza kriterija koji utječu na količinu zaliha. U trećem poglavlju iznosi se njihov pregled, dok u četvrtom poglavlju su izneseni pojedinačni primjeri iz prakse za najvažnije kriterije. Opseg proizvodnje i isporuke je uz karakteristike robe najvažniji kriterij te se njemu posvetilo najviše teksta. U njemu je objašnjena važnost zaliha u proizvodnji, način planiranja proizvodnje i ostvarivanje profita te tri modela za planiranje proizvodnje. Sljedeći kriteriji su: broj skladišta u distributivnoj mreži, uvjeti skladištenja i transporta te stručnost skladišnog osoblja. U uvjetima skladištenja izneseni su opći podaci o skladištenju i robi koja se skladišti, dok je u uvjetima transporta navedeno što sve transport obuhvaća, koje su njegove aktivnosti te su navedene dodirne točke skladišta i transporta. Nadalje, objašnjena je razlika između vanjskog i unutarnjeg transporta. Kao eksterni faktor koji utječe na količinu zaliha, spominju se uvjeti na domaćem i stranom tržištu, a u nastavku slijedi kriterij učestalosti naručivanja. Kod učestalosti naručivanja razrađeni su pojmovi i navedene formule za: koeficijent obrtaja, ekonomsku količinu nabave, točku ponovne nabave, vrijeme ciklusa i godišnji broj narudžbi. Zadnji kriterij su karakteristike robe, kao najvažniji kriterij koji utječe na količinu zaliha.

U četvrtom poglavlju priloženi su primjeri iz prakse za najvažnije kriterije u kojima su navedeni zadaci i iskustva jedne tvrtke, čija iskustva pobliže opisuju važnost kriterija uvjeta skladištenja. Zaključak nudi presjek cijelog rada te je iznesen zaključak problematike završnog rada.

## 2. OSNOVNE ZNAČAJKE UPRAVLJANJA ZALIHAMA

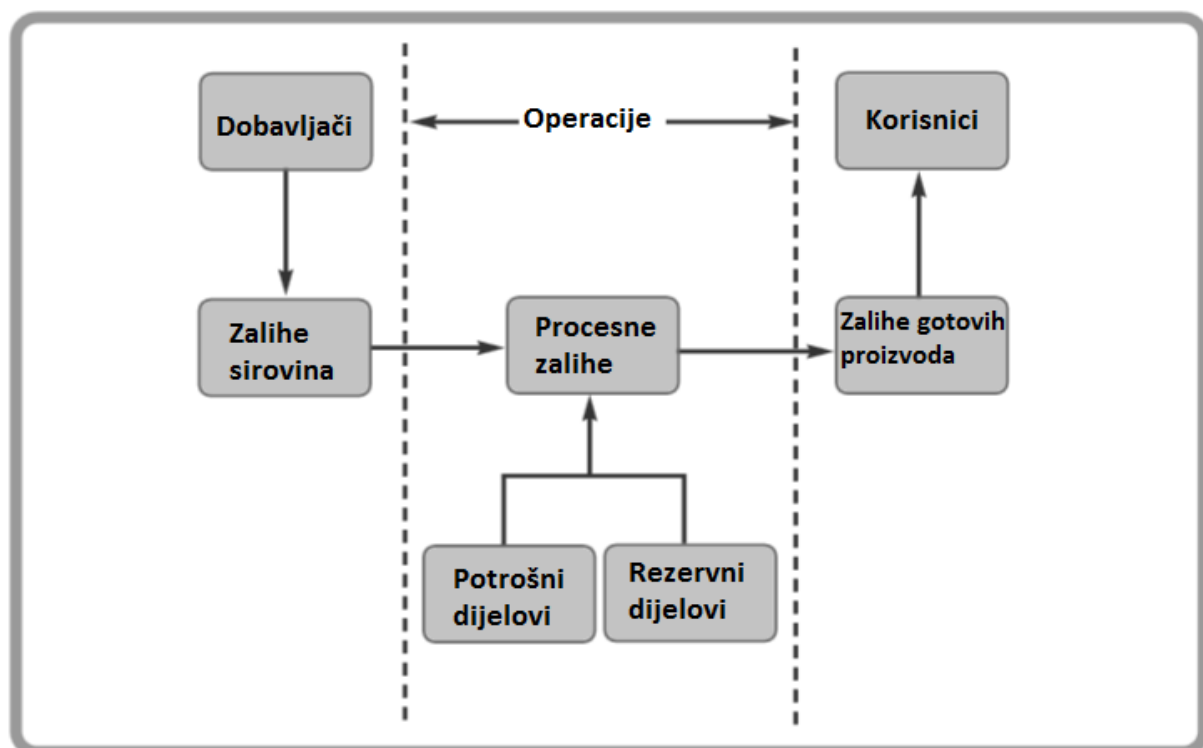
Upravljanje zalihama jedan je od najvažnijih logističkih zadataka menadžmenta poduzeća. One nastaju kao rezultat usklađenosti nabave i potrošnje, a predstavljaju i filter između nabave i proizvodnje. Radi osiguranja prodaje odnosno proizvodnje, potrebno je stalno održavati određenu količinu zaliha robe. Zalihe se mogu klasificirati na:

- Sirovinski materijali- materijali, dijelovi i komponente koje su dostavljene, ali još nisu korištene.
- Procesni materijali- materijali koji su započeli svoj put kroz proizvodnju, ali nisu izašli iz nje.
- Gotovi proizvodi- proizvodi koji su završili proces i čekaju na isporuku.

Neke tvrtke primjerice imaju samo zalihe gotovih proizvoda dok druge, poput proizvođača, imaju sve vrste zaliha u različitim omjerima. Neki tipovi artikala na zalihama ne spadaju u ove kategorije, stoga postoji još jedna podjela na:

- Zamjenske dijelove za strojeve, opremu itd.
- Potrošne dijelove kao što su ulje, gorivo, papir itd. [1, str. 255.]

Grafički prikazanu podjelu zaliha može se vidjeti na slici 1.



Slika 1. Vrste zaliha i njihovo kretanje, [1]

S obzirom na kontinuirano odvijanje procesa proizvodnje, odnosno prodaje, zalihe se mogu podijeliti na:

- minimalne;
- maksimalne;
- optimalne;
- prosječne;
- sigurnosne;
- spekulativne;
- sezonske i
- nekurentne zalihe.

S obzirom na plan i stvarno stanje zaliha robe u skladištu, zalihe mogu biti:

- planirane i
- stvarne zalihe. [2]

U idućim poglavljima detaljnije će se pojasniti razlozi i ciljevi držanja zaliha te potražnja za istima.

## **2.1. Ciljevi, razlozi i uloga održavanja zaliha**

Osnovni cilj držanja zaliha jest da se udovolji zahtjevima korisnika, a pritom vodeći pažnju da troškovi nabave i držanja zaliha budu na prihvatljivo niskoj razini. Detaljnije, ciljevi držanja zaliha su:

- zaštititi poslovanje i proizvodnju u uvjetima neizvjesnosti;
- omogućiti ekonomičnu nabavu i proizvodnju;
- pokriti objektivno prisutne promjene u ponudi i potražnji;
- omogućiti tok materijala unutar proizvodnog, odnosno poslovnog sustava.

Mnoge tvrtke susreću se s problemima koji otežavaju pronalazak optimalne količine zaliha kao što su: nepredvidivost potražnje, veliki broj artikala, kratko vrijeme potražnje za proizvodom, nepouzdan proces nabave i dugo vrijeme isporuke. Svi ti problemi mogu dovesti do gubitka kupaca i povećanog troška, odnosno manjeg profita. Nadalje, tim slijedom dolazi se do najvažnijih razloga koji uvjetuju držanje zaliha:



**1.) Neplanirani zahtjevi kupaca** - zahtjeve kupaca je teško predvidjeti te ovaj problem postaje sve izraženiji u novije vrijeme. Na tržištu je prisutan velik broj proizvoda čiji životni vijek postaje sve kraći pa iz tog razloga teško je pribaviti informacije o zahtjevima tržišta za takvim proizvodima.

**2.) Nepouzdana dobava i isporuka** - moguća kašnjenja ili nedostatak robe, odnosno promjenjiva cijena i kvaliteta.

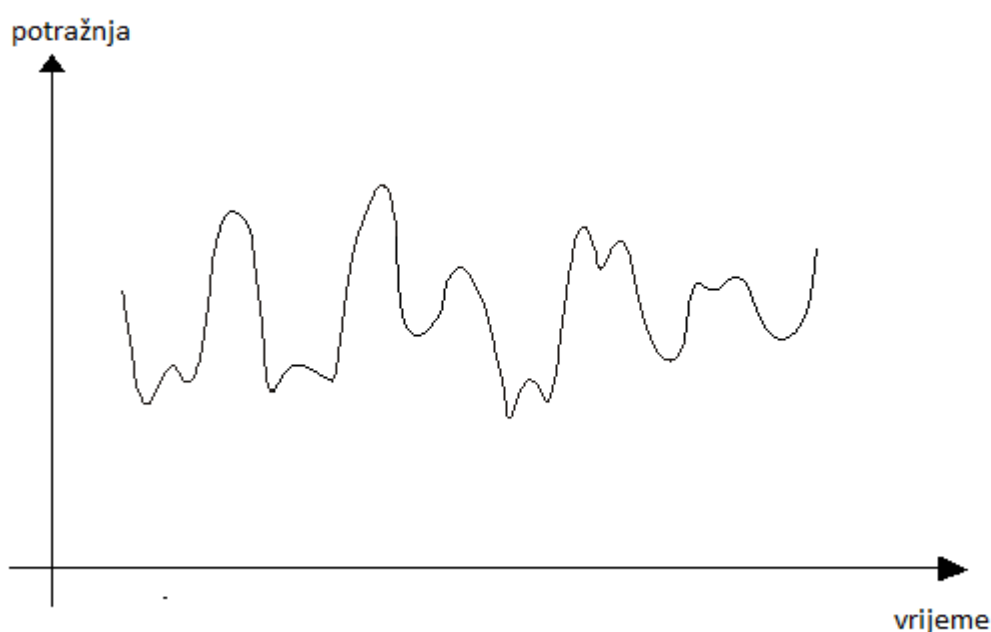
**3.) Ekonomija obujma** - povoljnije cijene transporta za veće količine robe. [3, str. 199.]

Nadalje, uloga zaliha je da:

- bude stabilizacijska pričuva između različitih dijelova opskrbnog lanca;
- dopušta potražnju koja je veća od očekivane;
- dopušta dostave koje su odgođene ili premale;
- iskorištava popuste za veće količine narudžbe;
- dopušta kupnju artikala kada je cijena niska i očekuje se da će rasti;
- dopušta kupnju artikala kojih nema u proizvodnji ili ih je teško naći;
- dopušta sezonske operacije;
- smanjuju transportne troškove za veće količine;
- pokrivaju izvanredne slučajeve;
- budu profitabilne kada je visoka inflacija. [1, str. 254.]

## 2.2. Predviđanje potreba za zalihama

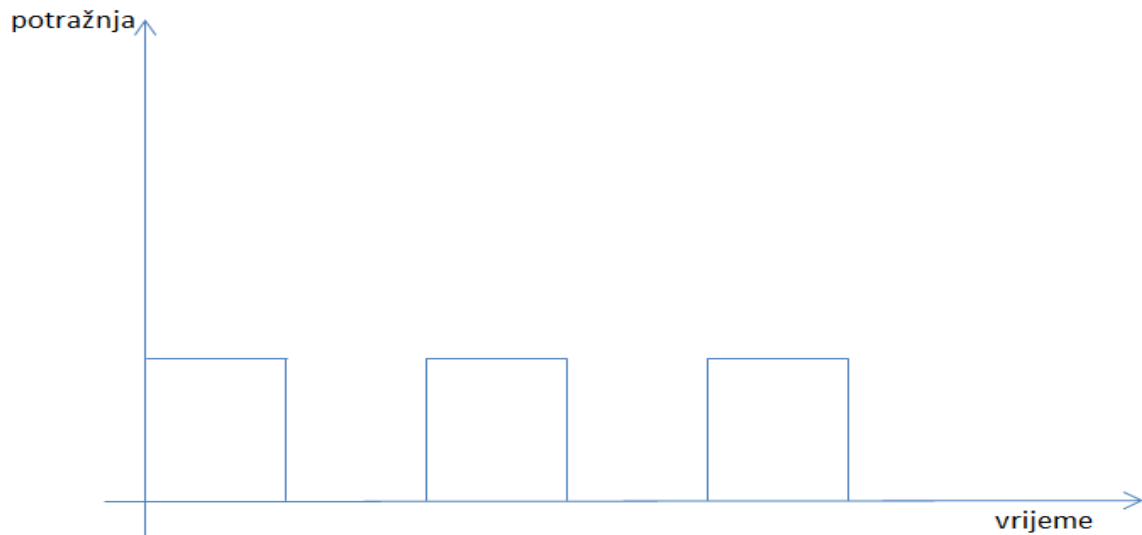
Procjena potražnje za određenom robom je ključan čimbenik kod određivanja zaliha i sklapanja narudžbi. Razlikuju se dva modela potražnje, zavisni i nezavisni. Nezavisna potražnja podrazumijeva potražnju koju određuje tržište, odnosno ona potražnja koja se oblikuje izvan procesa proizvodnje. Na potražnju utječe cijena proizvoda, osobna primanja potrošača i mnoge druge okolnosti. To su najčešće zalihe gotovih proizvoda te zalihe rezervnih dijelova koji služe za zamjenu neispravnih dijelova, [3, str. 200.]. Na grafikonu 1. prikazan je graf nezavisne potražnje.



**Grafikon 1. Nezavisna potražnja u vremenu**

Izvor: [2]

Na grafikonu 1. vidljivo je da nezavisna potražnja kroz vrijeme jako varira te se odvija kontinuirano. Zavisna narudžba ovisi o nečijoj potražnji za dijelovima a njena značajka je da se proizvodnja odvija u serijama, kao što je vidljivo na grafikonu 2.



**Grafikon 2. Prikaz serija zavisne potražnje u vremenu**

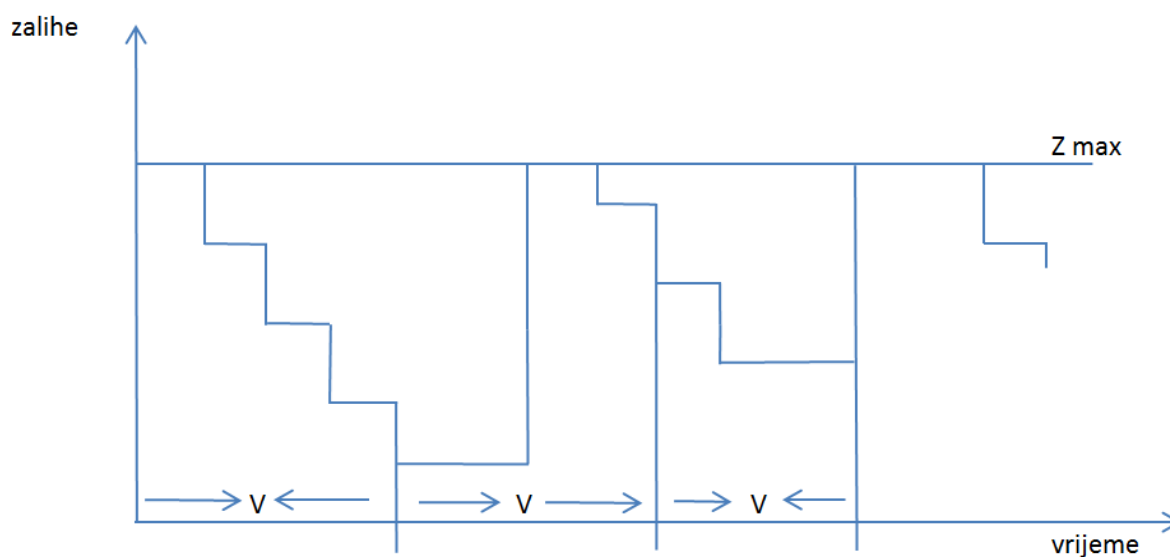
Izvor: [2]

Na primjer, potražnja za motociklima je sama po sebi nezavisna potražnja jer ju određuje tržište. Međutim, potražnja za gumama je određena potražnjom za motociklima te ona ovisi o istoj i predstavlja zavisnu potražnju. Razlikuju se dva pristupa upravljanju zalihama, filozofija nadopunjavanja i filozofija potreba. Filozofija nadopunjavanja je karakteristična za nezavisnu potražnju, a znači da se zalihe odmah nadopunjavaju nakon njihovog smanjenja. To se radi s ciljem da roba uvijek bude dostupna kupcima. Filozofija potreba se temelji na pretpostavci da se veličina narudžbi treba temeljiti na potrebama za visokom količinom materijala. To znači da se smanjenjem zaliha ne naručuju nove količine, a dodatne se naručuju samo kada zahtjev proizlazi iz potrebe za većom zalihom u budućnosti. [3, str. 201.]

## 2.3. Tradicionalni modeli upravljanja zalihama

Za upravljanje zalihama kod nezavisne potražnje razvijene su različite vrste modela od kojih je najpoznatiji model ekonomske količine nabave. Za zavisnu potražnju najpoznatiji modeli su model planiranja potreba materijala (*Manufacturing Resources Planning* - MRP) i model planiranja resursa za proizvodnju (*Material Requirements Planning* - MRP II). U nastavku rada ti modeli će se podrobnije opisati. [3, str. 201.]

Što se tiče tradicionalnih modela upravljanja zalihama, razlikuju se kontinuirani i periodični model. Kod periodičnog modela nadzora zaliha naručuje se ona količina zaliha koja je potrebna da se dostigne postavljena maksimalna količina zaliha na stanju. Odnosno, razina zaliha se provjerava u određenim vremenskim razdobljima i kada ona padne na određenu razinu naručuje se nova količina zaliha. Na grafikonu 3. vidljiva je periodična tehnika popunjavanja zaliha.



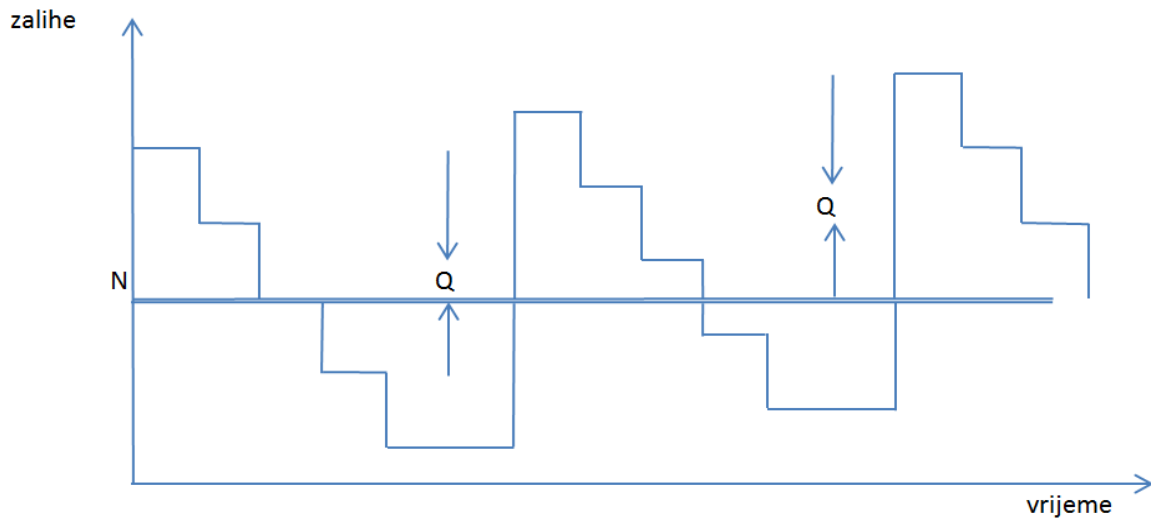
**Grafikon 3. Tehnika periodičnog popunjavanja zaliha**

Izvor: [2]

$Z_{max}$  - maksimalna količina zaliha.

$V$  - period između naručivanja.

Kod kontinuiranog modela naručuje se unaprijed određena količina zaliha u trenutku kada količina postojećih zaliha padne na razinu signalne, sigurnosne ili minimalne, odnosno točke ponovne nabave, [2]. Na grafikonu 4. vidljiva je tehnika kontinuiranog popunjavanja zaliha.



**Grafikon 4. Tehnika kontinuiranog popunjavanja zaliha**

Izvor: [2]

$N$  - prosječni nivo zaliha.

$Q$  - točka ponovne nabave.

### **3. PREGLED KRITERIJA KOJI UTJEČU NA KOLIČINU ZALIHA**

Količina zaliha u proizvodnji ili prodaji ovisi o mnogim čimbenicima, a u ovom radu podrobnije će se analizirati najvažniji. Nadalje, najvažniji činitelji o kojima ovisi količina zaliha su:

1. Opseg proizvodnje i isporuke.
2. Broj skladišta u distributivnoj mreži.
3. Uvjeti skladištenja i stručnost skladišnog osoblja.
4. Uvjeti transporta.
5. Uvjeti na domaćem i stranom tržištu.
6. Učestalost naručivanja.
7. Karakteristike robe.
8. Kamatna stopa za kreditiranje obrtnih sredstava.
9. Porezna opterećenja zaliha robe. [2]

U idućim poglavljima slijedi detaljniji opis navedenih kriterija.

#### **3.1. Opseg proizvodnje i isporuke**

Mnoge tvrtke planiraju proizvodnju oslanjajući se na predviđenu potražnju, iako su svjesni mogućnosti pogrešne procjene. Zbog učestalih promjena na tržištu, procjena potražnje postaje sve problematičnija. Stoga, kapacitet proizvodnje potrebno je planirati na temelju iscrpne analize vjerojatnosti potražnje te odnosa profita i troškova. Problem nastaje kada tvrtka ne zna kako će tržište reagirati na pojedini proizvod. Ako se procjeni veća potražnja, ostati će na skladištu neprodane zalihe što podiže troškove skladištenja i roba može postati nekurentna. Ako je potražnja podcijenjena, to može dovesti do nestašice robe te gubitka potencijalnih kupaca i profita. Procjene se najčešće rade na temelju iskustvenih podataka, procjene tržišnog stanja i statističkim metodama.

Za planiranje obujma proizvodnje treba uvesti u razmatranje sljedeće podatke:

- Koliki su fiksni troškovi proizvodnje?
- Kolika je jedinična cijena proizvodnje?
- Kolika je prodajna cijena proizvoda?
- Kolika je diskontna cijena proizvoda?

Ovi podaci potrebni su za pronalaženje odgovora na pitanje: koliki je obujam proizvodnje za koji će biti ostvaren najveći profit? Znači, cilj je pronaći obujam proizvodnje koji daje najveći prosječno očekivani profit. Prosječan profit se može izračunati temeljem sljedeće jednadžbe:

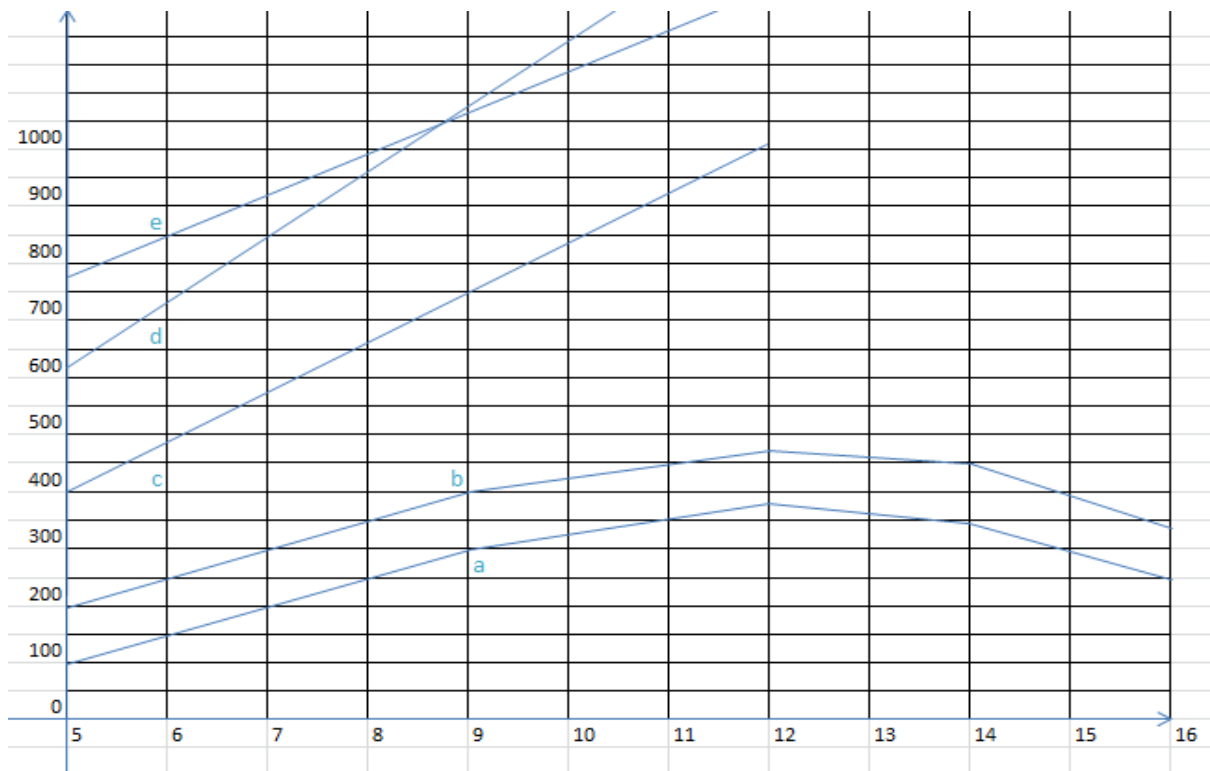
$$Profit = \frac{\sum_I VJEROJATNOST\ VARIJANTE * PROFIT\ VARIJANTE}{\sum_I VJEROJATNOST\ VARIJANTE} \quad (1)$$

Veća proizvodnja donosi mogućnost veće zarade, međutim, istodobno uključuje rizik manjeg profita. Može se zaključiti sljedeće:

- Najpogodnija proizvodna serija ne mora biti jednaka predviđenoj prosječnoj potražnji.
- Povećanjem veličine serije do određene točke prosječan predviđeni profit raste, a nakon toga počinje padati.
- Povećanjem proizvodnje raste i mogućnost povećanja profita, ali se istodobno povećava rizik gubitka. [3, str. 205. - 208.]

### 3.1.1. Efekt postojećih zaliha

Efekt postojećih zaliha je slučaj kada tvrtka ima zaostale zalihe robe, a za istu robu planira proizvodnju, odnosno prodaju u novoj sezoni. U slučaju kada su te zalihe veće od serije koja daje najveći prosječno očekivani profit, najbolje je ne pokretati proizvodnju. Kada su zalihe manje od tog iznosa, nameće se pitanje koje glasi: isplati li se financirati novu proizvodnju, ako da, u kojem obujmu? Ako odluka bude da se ne pokreće nova proizvodnja, tada se može isporučiti samo izvjesna količina postojećih proizvoda. Ako se odluči na proizvodnju, moraju se pokriti fiksni troškovi njenog pokretanja koji su neovisni o veličini serije. Na grafikonu 5. prikazan je utjecaj postojećih zaliha s daljnjim pojašnjenjima u nastavku.



**Grafikon 5. Utjecaj postojećih zaliha**

Izvor: [3]

Na horizontalnoj osi predstavljena je veličina proizvodnje u komadima podijeljena sa tisuću, a na vertikalnoj osi je izražen profit također podijeljen s tisuću.

Objašnjenje:

- **a** - prosječan profit u funkciji proizvodne količine, s fiksnim troškovima proizvodnje;
- **b** - prosječan profit u funkciji proizvodne količine, bez fiksnih troškova proizvodnje;
- **c** - troškovi proizvodnje;
- **d** - ukupan profit bez pokretanja proizvodnje;
- **e** - ukupan profit uz pokretanje proizvodnje. [3, str 209.]



### 3.1.2. Planiranje materijalnih potreba

Planiranje materijalnih potreba MRP je razvijena tehnika za planiranje potražnje i općenito je primjenjiva za sve vrste potražnje. Polazi od stavke da se drže zalihe samo kada su potrebne, a ostatak vremena ih nije potrebno držati. Intenzivno se koristi u proizvodnji jer može biti prisutno više razina zavisne potražnje u proizvodnju (sklop napravljen od pod sklopa koji se sastoji od komponenti koje su napravljene od kupljenih materijala). Kao što je priloženo, zavisna potražnja je orijentirana na proizvodnju. Zadatak upravljanja zalihama zavisne potražnje je da podržava glavni raspored proizvodnje. Iako postoje niske razine zaliha, nova narudžba neće se dogoditi sve dok nije potrebno proizvesti nešto prema glavnom rasporedu proizvodnje. Ključni elementi za razumijevanje MRP modela su glavni plan proizvodnje te račun materijala. Glavni plan proizvodnje određuje što će se proizvoditi, kada će se proizvoditi i u kojim količinama. Može se koristiti za duga ili kratka vremenska razdoblja.

- Kratko vremensko razdoblje - planiranjem početnih zahtjeva utvrđuju se:
  - zahtjevi završnog proizvoda;
  - raspored za proizvodnju dijela;
  - prioriteti za narudžbe;
  - kratkoročne potrebe kapaciteta.
- Dugo vremensko razdoblje - procjenom dugoročnih potreba utvrđuju se:
  - dugoročne potrebe kapaciteta proizvodnje;
  - dugoročne potrebe kapaciteta skladišta;
  - dugoročne potrebe za osobljem;
  - dugoročne potrebe za novcem.

Račun materijala je popis sirovina, dijelova i sklopova koji su potrebni za proizvodnju nekog proizvoda. Glavna prednost MRP modela nad tehnikom u kojoj je točka nabave određena količinom zalihe, jest da se mogu prilagođavati narudžbe sirovina, dijelova i slično sa raznim karakteristikama potražnje poput perioda realizacije proizvoda. Točka ponovne nabave daje odgovor čega i koliko naručiti, dok MRP omogućuje narudžbu kada je potrebno osigurati da će materijali doći kada su potrebni. MRP djeluje dobro zbog njegove predvidljivosti koja omogućuje pažljivo planiranje i smanjenje nepotrebnih zaliha. [4, str. 130. - 137.]

### **3.1.3. Planiranje resursa proizvodnje**

Planiranje resursa proizvodnje MRP II je ekstenzija planiranja materijalnih potreba koja se odnosi na organizaciju osoblja, transporta, opreme, postrojenja, financija itd. Drugim riječima, MRP daje raspored za proizvodnju komponenti, ali raspored komponenti se može iskoristiti za raspored proizvodne opreme, ljudstva koji rade na njoj i drugih resursa. Tim načinom, dobiva se sustav koji daje rasporede za sve poslove, strojeve, operatere, opremu i postrojenja koji su potrebni za izvedbu. Sumirano, MRP II daje integrirani sustav za usklađivanje svih funkcija unutar organizacije i povezuje rasporede za sve funkcije i resurse sve do glavnog plana proizvodnje. Povezivanjem svih aktivnosti glavnog plana može se postići veoma efikasna logistika, nema zakašnjelih dostava, akumuliranih zaliha trenutne proizvodnje i proizvodi glatko teku kroz cijeli proces. Međutim, postoje i određene poteškoće. Teško je napraviti rasporede koje svi smatraju prihvatljivima i djelotvornima, te postoje poteškoće u integriranju svih funkcija i sustava. [1, str. 176]

### **3.1.4. Just in time**

Sustav pravodobnog popunjavanja zaliha (*Just in time* - JIT) je razvijen u proizvodnim pogonima Toyote 1970. kao sredstvo za ispunjavanje potreba kupaca sa minimalnim zakašnjenjima. U početku, cilj je bila proizvodnja robe, sklopova i pod sklopova u svrhu zadovoljenja svih potreba kupaca u pogledu vremena, kvalitete i količine. U JIT sustavu „kupac“ može biti stvarni krajnji korisnik ili proces na proizvodnoj liniji. Unutar ovog modela, artikl dolazi točno onda kada je potreban, niti prije niti kasnije. Cilj mu je eliminacija svih rasipanja i kontinuirano unaprjeđenje produktivnosti. Obuhvaća uspješno izvršenje svih proizvodnih aktivnosti koje su potrebne da se određeni proizvod proizvede. Od dizajniranja do dostave te uključujući sve faze pretvorbe od sirovine nadalje. Postoje mnoge prednosti JIT modela:

- smanjenje nestašice zaliha;
- smanjenje razine zaliha;
- smanjenje potrebe za opremom za rukovanje materijalima;
- smanjenje vremena između dostave i proizvodnje;
- značajno povećanje kvalitete;
- uključenje zaposlenika u kontinuirano poboljšanje kvalitete.

Prije je spomenuto da je cilj JIT-a ukloniti rasipanja. Ta rasipanja mogu biti sve aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu. Na primjer, skladištenje, provjera i prebrojavanje materijala ne izmjenjuju proizvod. Postoji sedam tipova rasipanja koje JIT nastoji ukloniti:

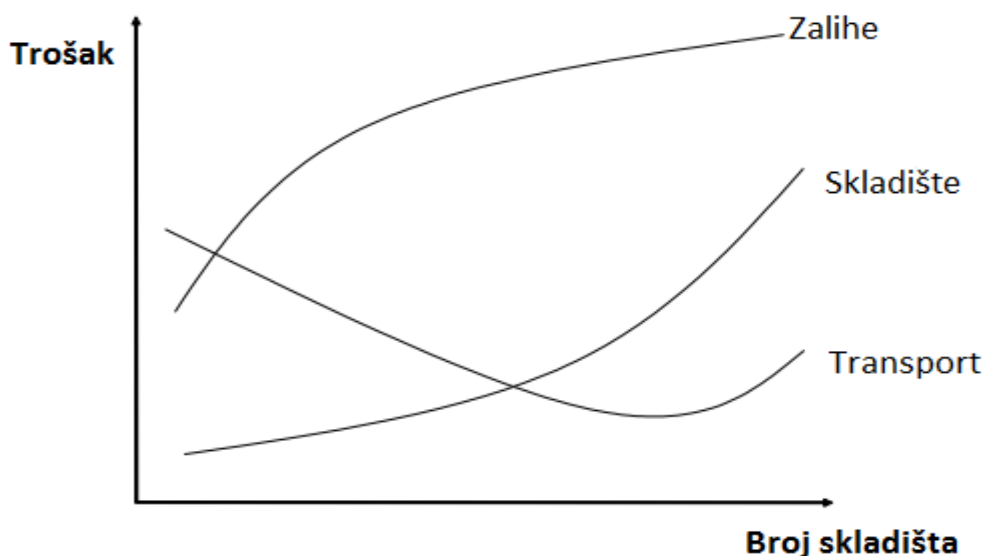
- Prekomjerna proizvodnja - proizvoditi više nego što je potrebno. Rasipa se novac, napor, prostor itd.
- Vrijeme čekanja - smanjuje se produktivnost i efektivnost.
- Transport - dvostruko ili čak trostruko rukovanje artiklom od jedne skladišne pozicije do druge.
- Obrada - koja su sučelja između stranki, odjela, dobavljača? Što manje i brže, to bolje.
- Zalihe - roba koja samo stoji na zalihamama ne donosi ništa korisno.
- Nepravilnosti - neispravna roba košta određeni novac te izaziva zaustavljanja i kašnjenja.

Sljedeće glavne korake potrebno je provesti za implementiranje JIT modela u proizvodnom postrojenju:

1. Stabilizacija rasporeda proizvodnje.
2. Smanjiti ili eliminirati vrijeme pripreme.
3. Smanjenje narudžbi.
4. Smanjenje perioda realizacije proizvoda.
5. Preventivno održavanje.
6. Fleksibilna radna snaga.
7. Pouzdani dobavljači i kvaliteta proizvoda bez nepravilnosti.
8. Upotreba Kanban sustava za prijenos artikala između faza.. [4, str. 137. - 142.]

### **3.2. Broj skladišta u distributivnoj mreži**

Kako bi se uštedjelo na troškovima distribucije, veliki broj poduzeća racionalizira skladišne mreže i smanjuje broj skladišta. Međutim, centralizacijom skladišne mreže se otvara pitanje rasta troškova transporta, vremena isporuke robe, visine zaliha itd. Kada broj skladišta u mreži raste, zalihe i prateći troškovi zaliha također rastu, kao što je vidljivo na grafikonu 6.



**Grafikon 6. Odnos troškova i broja skladišta u distributivnoj mreži**

Izvor: [5]

Sve dok se održava ekonomija obujma dolazećeg transporta, povećanje broja skladišta uzrokuje smanjenje transportnih troškova. Ako je broj skladišta povećan do tačke gdje je značajan gubitak ekonomije obujma u dolazećem transportu, povećanje broja skladišta uzrokuje povećanje krajnjih transportnih troškova. Troškovi skladišta se smanjuju sa smanjenjem broja skladišta jer to omogućuje tvrtci da iskoristi ekonomiju obujma. [5, str. 4. – 5.]

„Zakon kvadratnog korijena“ govori o uštedama koje postiže poduzeće reduciranjem broja skladišta u vlastitoj distribucijskoj mreži. On konstatira kako je potrebna količina ukupnih zaliha proporcionalna broju skladišta u distribucijskoj mreži poduzeća, što se može prikazati sljedećom formulom:

$$Z(\%) = 1 - \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{y}} \quad (2)$$

Gdje je:

- $Z(\%)$  - postotak smanjenja zaliha;
- $x$  - potreban broj skladišta;
- $y$  - ukupan broj skladišta. [10]

### **3.3. Uvjeti skladištenja i stručnost skladišnog osoblja**

#### **3.3.1. Općenito o skladištenju**

Skladište je određeni prostor u kojem roba prolazi faze preuzimanja i otpreme te taj prostor čuva robu od raznih kemijskih, fizičkih i atmosferskih utjecaja. Postoje dva osnovna obilježja skladišta:

- skladište i zalihe koje se čuvaju u njemu su značajan trošak;
- zalihe u proizvodnim društvima omogućuju kontinuitet proizvodnje, a u trgovačkim društvima prodajnu spremnost koja je bitan čimbenik za konkuriranje na tržištu.

U proizvodnim društvima skladište se sirovine, poluproizvodi i gotovi proizvodi, pogonski strojevi, alati i drugo. U trgovačkim društvima roba se čuva u skladištu do otpreme drugim veletrgovcima ili trgovinama na malo. Osnovni ciljevi skladišne službe su:

- nesmetano i kontinuirano poslovanje;
- očuvanje vrijednosti i kvalitete materijala ili robe;
- skladištenje uz minimalne troškove. [3, str. 1. – 2.]

### 3.3.2. Uvjeti skladištenja

Poslovi čuvanja i smještaja robe u skladištu su: sortiranje, smještanje istovrsne robe na isto mjesto, dopunsko pakiranje, čuvanje fizičkih i kemijskih svojstava robe, kontrola razine zaliha i čuvanje od krađe i oštećenja. Postoje prirodni i nasilni gubici vrijednosti uskladištenih proizvoda, a prirodni su:

- gubljenje na masi (isparavanje, isušivanje);
- curenje robe;
- topljenje robe;
- rasipanje robe;
- razlijevanje robe;
- lomljenje robe;
- kvarenje robe (korozija, plijesan, truljenje, smrzavanje itd.).

Nasilni gubici na vrijednosti robe nastaju:

- nestručnim rukovanjem;
- nemarnošću pri rukovanju;
- požarom;
- vremenskim nepogodama;
- krađom.

Postoje opća načela skladištenja robe kojima se sprječavaju prirodni i nasilni gubici vrijednosti robe:

- Roba koja lako gubi na težini smješta se u klimatizirane prostorije da bi se spriječilo sušenje i isparavanje.
- Rasipanje se sprječava pravilnim i pažljivim rukovanjem.
- Lomljenje robe također se sprječava pažljivim rukovanjem te manjim brojem rukovanja robom, odgovarajućim pakiranjem i opremom.
- Lako pokvarljiva roba se čuva na odgovarajućoj temperaturi.
- Roba podložna koroziji čuva se od djelovanja vlage a ostala roba osjetljiva na vlagu čuva se u mikroklimatskim uvjetima.

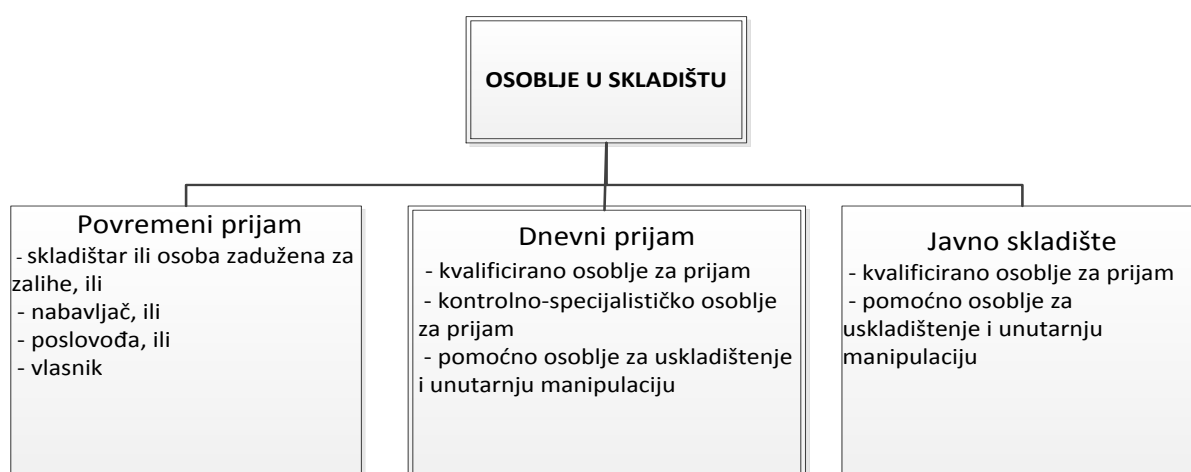
- Prilikom skladištenja, mora se voditi računa o utjecaju jednih proizvoda na druge.
- Sprječavanje krađe provodi se stalnim nadzorom (čuvarska služba, video nadzor itd.).

Slijedom navedenih točki, skladišna zgrada mora zadovoljavati građevinsko-konstrukcijske uvjete, higijensko-zdravstvene uvjete, klimatske uvjete, mikrobiološke uvjete, uvjete zaštite od insekata i glodavaca te protupožarne uvjete. [3, str. 9. – 10.]

### 3.3.3. Stručnost skladišnog osoblja

Vođenje skladišta veoma je složen posao koji uključuje rukovanje raznim sredstvima teretnog transporta i računalima. Stoga, potrebna je određena razina školovanja i stručne osposobljenosti osoblja koje obavlja taj posao. Broj i profil osoblja u skladištu ovisi o njegovoj veličini, strukturi materijalnih vrijednosti i dinamici poslovnih operacija u skladištu, [3, str 255].

Primjerice, izbor osoblja za prijam robe i njihov broj ovisi o djelatnosti i drugim čimbenicima upravljanja zalihama. Na slici 2. prikazan je primjer sastava osoblja sa gledišta različitosti skladištenja.



**Slika 2. Osoblje i vrste prijama**

Izvor: [3]

### 3.4. Uvjeti transporta

Transportom se obavlja vanjski i unutarnji transport sirovina, materijala i robe u proizvodnim i trgovačkim djelatnostima. Vanjski transport se očituje u dopremi materijala i robe za proizvodnju ili trgovinu. Unutarnji transport ima ulogu kod iskrcaja i ukrcaja robe, uskladištenja i dostave materijala u proizvodne pogone i prijevozu proizvoda u skladište gotove robe. Kod uskladištenja javljaju se određene djelatnosti koje obuhvaćaju:

- ukrcaj u vozila;
- prijevoz, mijenjanje mjesta i položaja;
- iskrcaj iz vozila i predaja robe/materijala na skladište.

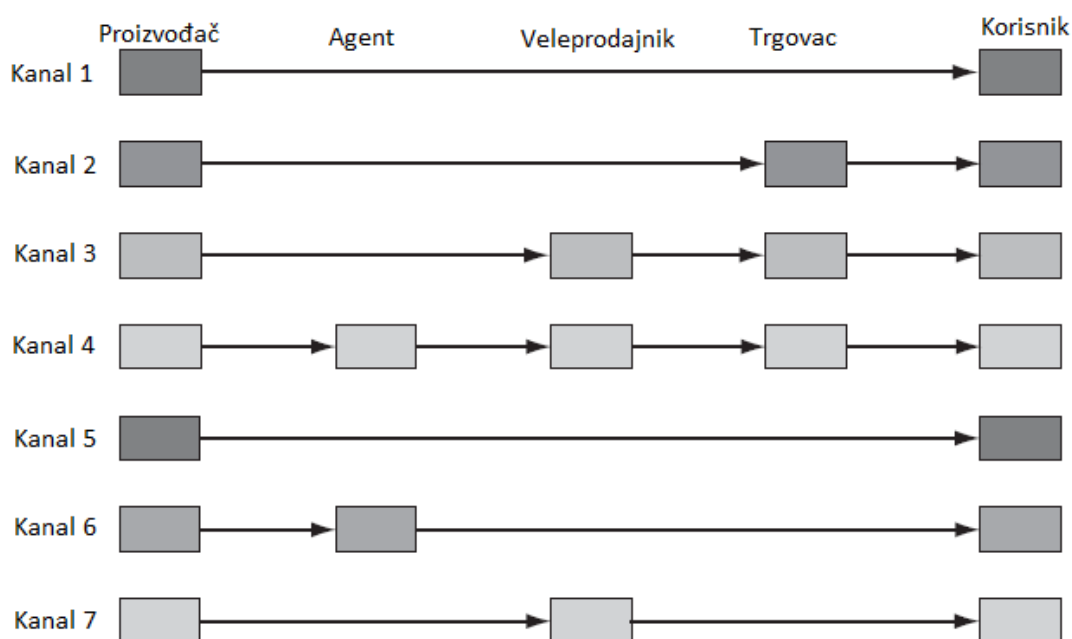
U tehnološkom smislu, transport obuhvaća prenošenje, pokretanje, pomicanje, guranje, preslagivanje i postupak pakiranja i uskladištenja. Skladišta su u najužoj svezi sa vrstom transporta, a transportnu povezanost skladišta moguće je obuhvatiti kroz:

- sudionike u vanjskom transportu prema vrsti transporta;
- dodirne točke sudionika u povezivanju transporta sa skladištem;
- ulogu špeditera u međunarodnom transportu;
- povezanost vanjskog i unutarnjeg transporta sa skladištem;
- dopremu i prijam robe i materijala od prijevoznika u skladište;
- primjenu ustrojstvenih rješenja u svezi prijama robe i materijala u skladište;
- transport i prijam dijelova iz kooperacije u skladište naručitelja;
- dopremu i prijam robe i materijala u skladište poduzetnika u maloj privredi;
- dokumente robe u prijevozu;
- vrstu sredstava unutarnjeg i skladišnog transporta. [3, str. 30.]



### 3.4.1. Vanjski transport

Vanjski transport podrazumijeva prijevoz tereta između skladišta u distribucijskom lancu. On igra ključnu ulogu u današnjoj ekonomiji jer omogućuje proizvodnju i potrošnju na mjestima koja su tisućama kilometara udaljeni jedni od drugih. Kao rezultat toga, tržišta su veća te postoji veća konkurencija između proizvođača iz različitih zemalja. Prijevoz tereta često zauzima čak dvije trećine ukupnih logističkih troškova, stoga ne iznenađuje da planiranje transporta ima ključnu ulogu u upravljanju logističkim lancima. Proizvođač ili prodavatelj može birati između tri vrste transporta. Prvo, tvrtka može upravljati privatnom flotom vlastitih ili unajmljenih vozila. Drugo, prijevozniku se može povjeriti transport robe temeljem ugovora. Treće, tvrtka može ugovoriti prijevoznika koji koristi zajedničke resurse (vozila, osoblje, terminali) kako bi zadovoljio više korisnikovih transportnih potreba. Distribucijski kanal je put koji proizvod prolazi od proizvođača do krajnjeg korisnika, na slici 3. prikazani su kanali distribucije u logističkom lancu.



**Slika 3. Kanali distribucije, [6]**

Dostava proizvoda krajnjim korisnicima je kompleksan proces. Ponekad proizvođači isporučuju robu direktno svojim kupcima, međutim, u većini slučajeva je umiješano više posrednika kao što je vidljivo na slici 3. To mogu biti agenti koji djeluju na strani proizvođača i veletrgovci koji kupuju proizvode od proizvođača te ih preprodaju krajnjim

korisnicima. Konsolidacija tereta je čest način uštede troškova. Može se postići na tri načina. Prvi, male pošiljke koje se prevoze na velikim udaljenostima mogu se konsolidirati tako da se veće pošiljke prevoze na većim udaljenostima i manje pošiljke na manjim udaljenostima. Drugi način, pošiljke za zbirni promet i dostavu na više lokacija mogu se posluživati istim vozilom na trasi sa više zaustavljanja. Treće, raspored pošiljki se može prilagoditi tako da se složi jedinstvena veća pošiljka za razliku od više manjih. Roba se često konsolidira na paletama ili kontejnerima. Najčešće dimenzije paleta su 100 x 120 cm<sup>2</sup>, 80 x 100 cm<sup>2</sup>, 90 x 110 cm<sup>2</sup> i 120 x 120 cm<sup>2</sup>. Kontejneri mogu biti ohlađeni, ventilirani, zatvoreni ili sa gornjim otvorima. [6, str. 9. – 10.]

### **3.4.2. Sudionici u vanjskom transportu**

Sudionici u vanjskom transportu dijele se po vrstama transporta, a to su: željeznički, cestovni, morski i riječni, zračni i cijevni. Njihova kvantiteta i kvaliteta ima veliki utjecaj na količinu zaliha. Dalje u tekstu objasniti će se značajke vrsta transporta.

#### **1. Željeznički transport**

Uloga željezničkog transporta svodi se na prijevoz tereta i prijam pojedine vrste komadne robe, a prevozi se na zahtjev pošiljatelja za potrebe naručitelja. Koriste se razni vagoni za prijevoz:

- komadne robe;
- tekuće i plinovite robe;
- građevinskih elemenata;
- tehničkog materijala i konstrukcija;
- automobila i specijalnih teretnih vozila;
- mesa, voća i druge pokvarljive robe u specijalnim hladnjačama;
- kontejnera;
- robe na paletama itd.

Roba se doprema izravno u skladišta industrijskim kolosijekom i skladišnim transportnim sredstvima za ukrcaj / iskrcaj. [3, str. 30. – 31.]

## **2. Cestovni transport**

Cestovni transport robe i tereta obavlja ovlaštena fizička ili pravna osoba, kao linijski, slobodni ili prijevoz za vlastite potrebe. U međunarodnom prijevozu potrebno je imati dokumente prijevoznika u koje spadaju: dokumenti u svezi s robom koja se prevozi, osobni dokumenti i dokumenti o vozilu. U domaćem prijevozu potrebni su osobni dokumenti i dokumenti za prijevoz robe. Vozila koja se koriste su: teretni kamioni otvorenog i zatvorenog tipa, kamioni tegljači s prikolicama, kamioni-platforme za prijevoz robe u kontejnerima na paletama, kamioni-cisterne za prijevoz tekuće i plinovite robe, kamioni hladnjače, kamioni za prijevoz hrane, pića itd.

## **3. Morski i riječni transport**

U ovom prijevozu koriste se brodovi za prijevoz:

- robe upakirane u kontejnere;
- robe upakirane na paletama;
- robe upakirane u specijalnu ambalažu;
- rasutih tereta;
- tekućih i plinovitih tereta;
- proizvoda crne i obojene metalurgije.

## **4. Zračni transport**

Pripremu i pakiranje robe obavlja vlasnik - pošiljatelj, a za ispostavu dokumentacije brine se špediter. Roba se doprema u skladište odakle se temeljem ispostavljenih dokumenata i potrebne mehanizacije utovaruje u avion. Za dopremu i otpremu robe u skladište ili iz skladišta najčešće se koriste cestovna transportna sredstva.

## **5. Cijevni transport**

Specifična gospodarska djelatnost koja pomoću cijevne infrastrukture omogućava premještanje, tečenje, kretanje predmeta od jednog do drugog mjesta. Postoje sljedeće vrste cijevnih transporta:

- Procesni cijevni transporti koji se odvijaju prema određenim tehnološkim procesima uz visoke temperature.
- Cijevni transporti za naftu,plin, vodu, tekućine za kemijsku i prehrambenu industriju. [3, str. 32. – 35.]

### **3.4.3. Unutarnji transport**

Unutarnji transport se dijeli na:

- skladišni (smještaj zaprimljene robe na predviđena skladišna mjesta);
- pogonski (transport robe i materijala iz skladišta do radnih mjesta);
- transport robe iz distribucijskog skladišta u prodavaonice.

Sredstvima unutarnjeg transporta se iskrcava, skladišti i doprema do mjesta rada roba pristigla sredstvima vanjskog transporta. Primjena sredstava započinje nakon prijama robe od strane dobavljača. Primjena odgovarajućih sredstava i opreme povećava obrtaj zaliha na skladištu i smanjuje količinu istih. Transportna sredstva unutarnjeg transporta dijele se na:

- a) obična i specijalna ručna vozila;
- b) ručna mehanizirana vozila;
- c) specijalna vozila i viličari;
- d) konvejeri i dizala;
- e) pomoćna sredstva u transportu. [3, str. 45.]

#### **a) Obična i specijalna ručna vozila**

Obična vozila su prilagođena za prijevoz uglavnom upakirane robe. Mogu biti pogodna za prijevoz upakirane robe na većim ili kraćim udaljenostima. Specijalna se koriste za prijevoz raznovrsnog tereta.

#### **b) Ručna mehanizirana vozila**

Imaju mogućnosti dizanja i prijevoza tereta uz upotrebu elektromotora, prijevoz i upravljanje se obavlja ručno.

#### **c) Specijalna vozila i viličari**

Koriste se u skladištima za potrebe iskrcaja, ukrcaja i premještanja određene robe i materijala.

#### **d) Konvejeri i dizala**

Konvejeri su uređaji za kontinuirano prenošenje na točno određenom putu. Postoje sa valjcima, letvama, kolutima, remenima, žljebovima i pločama.

#### **e) Pomoćna sredstva u transportu robe i materijala u skladištu**

Najznačajnija su palete i kontejneri. Palete omogućavaju oblikovanje jedinstvenih pošiljki od pojedinačnih komada ili manjih jedinica robe. Kontejneri se mogu dijeliti na univerzalne i specijalne. Specijalni služe za transport određene vrste robe. Kontejnera ima raznih veličina a prilagođeni su veličinama paleta. [3, str 45. – 47.]

### 3.5. Uvjeti na domaćem i stranom tržištu

Uvjeti na domaćem i stranom tržištu su jedni od eksternih faktora koji utječu na količinu zaliha. Ako ekonomski uvjeti nisu povoljni, u takvim uvjetima potrebno je akumulirati samo zalihe za koje je vjerojatno da se mogu prodati u relativno kratkom vremenskom razdoblju. U te uvjete spadaju: stanje i tendencije u ponudi i potražnji, kretanje cijena robe i materijala na tržištu nabave i uvoza, vrijeme koje je potrebno od ispostavljanja narudžbe do isporuke naručenog materijala, razlika u nabavnim cijenama velikih ili malih količina robe, promptnost dobavljačeve isporuke itd. [2]

Ako je poduzeće sposobno što sigurnije predviđati buduće potrebe, to je niža neizvjesnost i sigurnosna zaliha, a samim time i troškovi nabave i skladištenja. Postoje razne tehnike za predviđanje potražnje uz koje je potrebno imati što preciznije povijesne podatke o cijenama, potražnji, razini zaliha itd. Kada se predviđa potražnja za gotovim proizvodom, potrebno je voditi računa o vremenskom trenutku kada se očekuje potražnja za proizvodom i mjestu na kojem se očekuje. U praksi postoje tri grupe postupaka za predviđanje potražnje:

- kvalitativni postupci;
- postupci temeljeni na povijesnim podacima;
- postupci za uvjetovanu potražnju.

Kvalitativni postupci se oslanjaju na osobne procjene, ankete ili neke komparativne analize kako bi se dobila kvantitativna procjena o potražnji. Zasniva se na podacima koji su subjektivni i nepouzdana, stoga se koristi kada ne postoje povijesni podaci ili oni nisu korisni.

Predviđanja zasnovana na povijesnim podacima se koriste kada se raspolaže sa točnim podacima prikupljanima tokom dovoljno dugog perioda i kada se procjenjuje da će uvjeti za vrijeme perioda potražnje biti jednaki kao za vrijeme prikupljanja podataka. Zasnivaju se na statističkim podacima i pogodni su za predviđanje potražnje do šest mjeseci.

Postupci predviđanja za uvjetovanu potražnju se temelje na rezultatima predviđanja neke druge pojave koja ima direktan utjecaj na potražnju promatranog proizvoda. [7, str. 57. – 59.]

### 3.6. Učestalost naručivanja

Učestalost naručivanja je jedna od najvažnijih značajki za određivanje količine zaliha. Poduzeće može, primjerice, naručivati češće manje količine robe te će razina zaliha u skladištu biti manja. U sljedećim poglavljima pojasniti će se pojmovi koji utječu na učestalost naručivanja, a to su: koeficijent obrtaja, ekonomska količina nabave, točka ponovne nabave te vrijeme ciklusa i godišnji broj narudžbi.

#### 3.6.1. Koeficijent obrtaja

Koeficijent obrtaja je pokazatelj uspješnosti koji pokazuje koliko su se puta prosječne zalihe prodale tijekom nekog vremenskog razdoblja. Za njega je važno da bude što veći jer tako poduzeće iskazuje da je sposobno brzo se rješavati svojih zaliha i samim time troškovi skladištenja će biti manji. Formula za koeficijent obrtaja je:

$$KO = \frac{\text{trošak prodanih proizvoda}}{\text{prosječna vrijednost zaliha}} \quad (3)$$

Prosječni dani vezivanja ukazuju koliko u prosjeku zalihe stoje na skladištu te se izračunava kao:

$$DV = \frac{365}{KO} \quad (4)$$

KO ovisi o:

- obilježjima djelatnosti;
- fizičkom i financijskom obujmu poslovanja;
- uvjetima nabavki;
- uvjetima plaćanja dobavljača;
- dinamici prodaje gotovih proizvoda ili usluga;
- dinamici naplate potraživanja. [8]

### 3.6.2. Ekonomska količina nabave

Ekonomsku količinu nabave (*Economic Order Quantity* - EOQ) je razvio 1915. godine F.W.Harris da pojednostavi nabavu zaliha. Kod nje se postiže ravnoteža između troška naručivanja te troška skladištenja, odnosno, ti troškovi se minimiziraju. Za izračun EOQ-a potrebne su iduće vrijednosti:

- D = godišnja potrošnja robe;
- Ch = trošak skladištenja;
- C<sub>o</sub> = trošak pojedine nabavke;
- Q\* = optimalna količina nabave.

Formula glasi:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{Ch}} \quad (5)$$

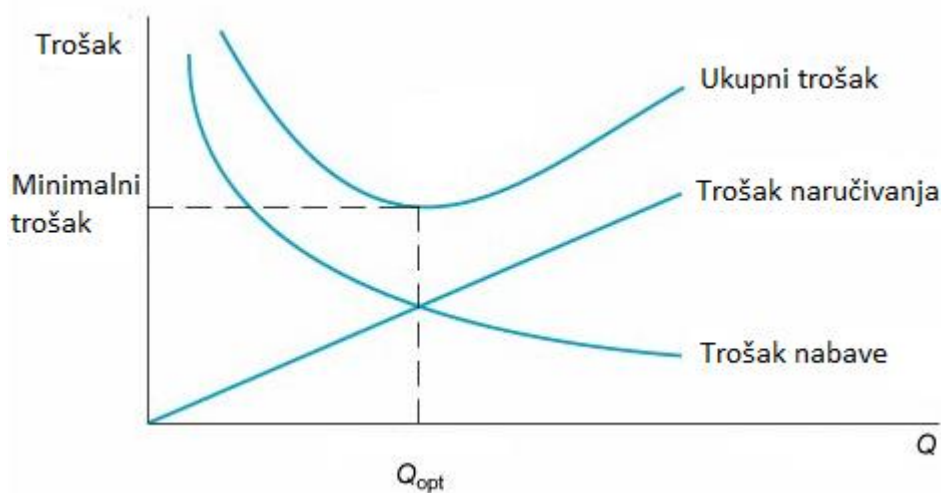
Pomoću ove formule moguće je odrediti:

- optimalnu količinu narudžbe;
- točku ponovne narudžbe;
- ukupni trošak;
- prosječnu razinu zaliha;
- količinu pojedine nabavke;
- maksimalnu razinu zaliha.

EOQ model se temelji na nekoliko pretpostavki:

- potražnja je konstantna;
- troškovi naručivanja i skladištenja su fiksni i nezavisni od naručene količine (nema popusta);
- vrijeme potražnje je konstantno i poznato;
- formula se koristi samo za jednu vrstu zalihe;
- narudžbe dolaze u jednoj seriji. [4, str. 127. - 128.]

Na grafikonu 7. prikazati će se ekonomska količina nabave.



**Grafikon 7. Ekonomska količina nabave, [9]**

- $Q$  - količina zaliha;
- $Q_{opt}$  - optimalna količina nabave.

Na slici 7. vidi se da troškovi skladištenja rastu linearno sa količinom zaliha, dok trošak naručivanja pada po jedinici naručene robe. U točki gdje se sijeku trošak nabave i trošak skladištenja nalazi se optimalna količina nabave.

### 3.6.3. Točka ponovne nabave

Točka ponovne nabave koristi se za određivanje potrebne narudžbe kod nezavisne potražnje. Određuje se posebno za svaku vrstu artikla. Ona je najniža količina zalihe koja je na skladištu i koja je naručena prije nego što se obavi nova narudžba. Primjerice, ako bi postojala jedna košara s artiklima na zalihi, a točka ponovne nabave ne bi postojala, cijela serija bi se iskoristila bez nove narudžbe. Tada ne bi bilo moguće koristiti ili prodavati artikle na zalihamu u vremenu naručivanja i prispjeća novih zaliha. Zato se koristi sustav s dvije košare gdje prva sadrži radne zalihe, a druga sadrži radnu rezervu. Količina zaliha u drugoj košari bila bi jednaka količini koja je potrebna u vremenu prispjeća novih zaliha. U takvom sustavu, odmah nakon uporabe prvog artikla iz druge košare bi se naručila nova zaliha jednaka ukupnoj količini prve i druge košare. Kada se iskoristi zadnji artikl, dolazi nova narudžba i nadopunjavaju se obje košare. Ovo je pod pretpostavkom da je vrijeme narudžbe točno i ne postoje iznenadni nedostaci artikala na zalihi. Takva pretpostavka često nije točna, pravi sustav točke ponovne nabave bi bio sustav s tri košare, gdje treća košara sadrži



sigurnosnu zalihi. Treća košara se nadovezuje na drugu jer je njezina uloga da nadoknadi poremećaje u vremenu nabave i druge nedostatke. Matematički se uzima da je sigurnosna zaliha 50% radne rezerve, međutim, tvrtke prilagođavaju sigurnosnu zalihi prema iskustvenim podacima. Formula za izračun točke ponovne nabave glasi: [4, str. 122. – 123.]

$$R = (\text{vrijeme isporuke} \times \text{potražnja}) + \text{sigurnosna zaliha} \quad (6)$$

R = točka ponovne nabave

Važno je još spomenuti vrijeme ciklusa i godišnji broj narudžbi. Vrijeme ciklusa predstavlja vrijeme koje protekne između dvije narudžbe, a formula glasi:

$$T = \frac{Q}{D} \quad (7)$$

Gdje je:

- T - vrijeme ciklusa;
- Q - količina naručivanja;
- D - potražnja.

Godišnji broj narudžbi računa se kao omjer potražnje i količine naručivanja:

$$N = \frac{D}{Q} \quad (8)$$

Gdje je:

- N - godišnji broj narudžbi;
- Q - količina naručivanja;
- D - potražnja. [8]

### 3.7. Karakteristike robe

Karakteristike robe su najvažniji kriterij koji utječe na količinu zaliha. Primjerice, roba sa kratkim vijekom trajanja, pokvarljiva hrana, zahtjeva drukčiju politiku držanja od ženske obuće. Roba sa kratkim vijekom trajanja se rotira temeljem roka trajanja. S aspekta projektiranja prekrcajnih postrojenja, značajna je podjela robe prema homogenosti:

- a) rasuta roba (krupnoća, granulacija itd.);
- b) komadna roba (odlikuje se dimenzijom, oblikom, težinom, načinom i mogućnošću slaganja, temperaturom itd.);
- c) tekuća roba;
- d) plinovita roba.

Tekuća i plinovita roba može se pojaviti kao:

- roba prevedena u komadni oblik (boce i sl.);
- masovna roba (tankovi, rezervoari).

Za transportne i logističke procese pogodno je analizirati:

- rasutu robu;
- opasne materijale;
- žive životinje;
- lako kvarljive robe;
- komadne terete.

Za svaku od ovih karakteristika način skladištenja i njihova količina biti će drukčija. [10]

## 4. PRIMJER UTJECAJA POJEDINIH KRITERIJA NA DEFINIRANJE RAZINE ZALIHA

U sljedećim poglavljima biti će izneseni primjeri utjecaja najvažnijih kriterija na definiranje razine zalihe. To su: opseg proizvodnje, broj skladišta, uvjeti transporta i skladištenja te učestalost naručivanja.

### 4.1. Primjer utjecaja opsega proizvodnje i isporuke na razinu zaliha

Model planiranja materijalnih potreba MRP je idealan za ovaj kriterij jer se najčešće koristi u proizvodnji i daje odgovor na pitanje koliko materijala (zaliha) je potrebno i kada. Tvrtka XYZ proizvodi barske stolce koristeći već kupljene dijelove. Barski stolac se sastoji od četiri noge i jednog sjedala, noge imaju vrijeme nabave tri tjedna a sjedala četiri tjedna. Tvrtka prima narudžbu od 50 stolaca u šestom tjednu i 100 stolaca u osmom tjednu. Na zalihama već imaju 5 stolaca, 80 nogu i 48 sjedala. Vrijeme proizvodnje je dva tjedna. Na tablici 1. prikazane su bruto i neto potrebe za izradu stolca te vrijeme dostave.

**Tablica 1. Plan proizvodnje za barski stolac u primjeru opsega proizvodnje i isporuke**

Tjedan	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe						50		100
Početne zalihe	5	5	5	5	5	5		
Neto potrebe						45		100
Početak proizvodnje				45		100		
Završetak						45		100

Izvor: [1]

Bruto potrebe prikazuju ukupne potrebe za stolicima, a neto potrebe pokazuju potrebe nakon što se oduzmu bruto potrebe sa početnim zalihama. Kada se od potrebnih 50 stolaca oduzme 5 već prisutnih na zalihama, ostaje 45 stolaca koje je potrebno sklopiti. Završetak prikazuje broj artikala završenih u tjedan dana sklapanja. Na tablici 2. prikazane su bruto i neto potrebe za noge i vrijeme narudžbe i dostave istih.

**Tablica 2. Plan nabave nogu u primjeru opsega proizvodnje i isporuke**

Tjedan	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe				180		400		
Početne zalihe	80	80	80	80				
Neto potrebe				100		400		
Narudžba	100		400					
Dostava				100		400		

Izvor: [1]

S obzirom da se na barski stolac pričvršćuju četiri noge, jednostavnom računicom dobije se potrebnih 180 noga u četvrtom, odnosno 400 nogu u šestom tjednu. Narudžba nogu traje 3 tjedna pa se ona postavlja 3 tjedna prije početka sklapanja, uzimajući u obzir da je potrebno još dodatnih 2 tjedna za sklapanje. Plan nabave za sjedala prikazan je na tablici 3.

**Tablica 3. Plan nabave sjedala u primjeru opsega proizvodnje i isporuke**

Tjedan	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe				45		100		
Početne zalihe	48	48	48	48	3	3		
Neto potrebe						97		
Narudžba		97						
Dostava						97		

Izvor: [1]

Više nema materijala pa završni raspored izgleda ovako:

- tjedan 1: narudžba 100 nogu;
- tjedan 2: narudžba 97 sjedala;
- tjedan 3: narudžba 400 nogu i sklapanje 45 stolaca;
- tjedan 6: sklapanje 100 stolaca. [1, str. 171.]

Na ovom primjeru vidljivo je da proizvodnja uvelike ovisi o količini zaliha i vremenu isporuke istih. Ako nema zaliha nema ni proizvodnje, a ujedno i profita. Važno je pravovremeno prilagoditi isporuku potrebnih materijala tako da se osigura kontinuitet proizvodnje, a s druge strane ne smije biti previše zaliha jer to znači povećanje drugih troškova.

## 4.2. Primjer utjecaja broja skladišta na razinu zaliha

Poduzeće koje se bavi proizvodnjom i distribucijom prehrambenih proizvoda ima u svom distribucijskom lancu 13 skladišta. Skladišta želi reducirati na 9 zbog smanjenja zaliha.

Postavke:

- $x = 9$ ;
- $y = 13$ ;
- $Z\% = ?$ .

Rješenje:

$$Z\% = \left(1 - \frac{\sqrt{9}}{\sqrt{13}}\right) * 100$$

$$Z\% = (1 - 0.83) * 100$$

$$Z\% = 17 \%$$

Reduciranjem broja skladišta sa 13 na 9, postiže se smanjenje zaliha za 17%. [11]

### 4.3. Primjer utjecaja skladištenja na razinu zaliha

Za primjer važnosti uloge skladištenja uzeti će se primjer iskustva jedne tvrtke iz Sjedinjenih Američkih Država koja se specijalizirala za distribuciju papirnatih proizvoda, pekarske hrane, opreme za restorane, sanitarne opreme i slično. Širenjem svojih poslovnih kompetencija, tvrtka je ušla u proces preseljenja u novo skladište koje će zadovoljiti njihove kapacitete u sadašnjosti te im ostaviti prostor za širenje u budućnosti. Rast artikala na zalihama stvorio je uska grla u skladištu i na ukrcajno / iskrcajnim rampama te nemogućnost suradnje sa novim tvrtkama unutar postojećih lokacija. U procesu izbora novog skladišta nametnula su se tri glavna koraka. Prvi korak je bio izabrati veličinu novog postrojenja, bazirano na zahtjevima zaliha. Drugi korak je bio izabrati lokaciju i zadnji korak je dizajniranje operativnih postupaka i same zgrade. Dizajniranje nove zgrade bazirano je šestogodišnjim predviđanjima. Za lokaciju je bilo važno da odgovara veličini i da pruža mogućnost širenja u budućnosti. Zatim je potrebno odrediti operativne postupke i sustave. Drukčije vrste zaliha i kategorije proizvoda imaju drukčije potrebe pa je bilo važno zgradu prilagoditi zalihama. Projektirani su pet običnih uskih prolaza i dva prolaza sa velikom brzinom skladištenja. Prolazi sa velikom brzinom skladištenja su namijenjeni za artikle koji se najviše obrću na skladištu, a normalni prolazi su namijenjeni za artikle koji se premještaju deset puta tjedno. Veoma uski prolazi su za artikle koji se premještaju manje od deset puta tjedno. Novo skladište je dizajnirano i za druge potrebe. Opremljeno je sa dubokim ukrcajnim stanicama koje omogućuju brzi ukrcaj i iskrcaj kamiona. Ukrcajne stanice služe i za *cross docking*. Postoje i dijelovi skladišta sa različitim temperaturama za različite vrste proizvoda na zalihama. Za primanje, izručivanje, pripremu narudžbi i kontrolu inventara koriste se radio frekvencije i bar kodiranje. [12, str. 85. – 87.]

Zaključno, redizajniranjem skladišta, obučavanjem skladišta osoblja i korištenjem novih tehnologija skladištenja, tvrtka je bila u mogućnosti povećati svoje kapacitete i brzinu obrtaja zaliha na skladištu, čime su u budućnosti postali konkurentniji i sposobniji privlačiti nove korisnike.

#### 4.4. Primjer utjecaja transporta na razinu zaliha

Za primjer utjecaja transporta uzeti će se primjer kapaciteta transportnog sredstva. Tvrtka koja se bavi kamionskim prijevozom mora provesti isporuku od 17 pošiljki, čime opskrbljuje proizvodnju druge tvrtke. Karakteristike pošiljki su prikazane u tablici 4.

**Tablica 4. Masa pošiljki u kilogramima u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha**

Broj pošiljki	Masa (kg)
4	256
3	224
3	170
3	145
4	123

Izvor: [6]

U tablici 5., raščlanjene su i prikazane pojedinačne mase svih pošiljki.

**Tablica 5. Sortirana lista svih pošiljki u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha**

Pošiljka	Masa (kg)	Pošiljka	Masa (kg)
1	256	10	170
2	256	11	145
3	256	12	145
4	256	13	145
5	224	14	123
6	224	15	123
7	224	16	123
8	170	17	123
9	170		

Izvor: [6]

Za ove pošiljke tvrtka može iskoristiti samo jedan kombi kapaciteta 600 kilograma. Kada se zbroje težine svi pošiljki dobije se ukupna težina 3133 kilograma. Jednostavnom računicom, odnosno dijeljenjem 3133 kilograma sa kapacitetom kombija od 600 kilograma dobije se broj potrebnih putovanja kombija 6. Na tablici 6. prikazana su putovanja kojima će svaka pošiljka pojedinačno biti isporučena. [6, str. 190.]

**Tablica 6. Raspored pošiljki prema putovanjima u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha**

Pošiljka	Masa (kg)	Putovanje	Pošiljka	Masa (kg)	Putovanje
1	256	1	10	170	5
2	256	1	11	145	3
3	256	2	12	145	5
4	256	2	13	145	5
5	224	3	14	123	5
6	224	3	15	123	6
7	224	4	16	123	6
8	170	4	17	123	6
9	170	4			

Izvor: [6]

Iz ovog primjera može se vidjeti da su proizvodni pogoni uvelike ovisni o organizaciji vanjskog transporta. Njihova razina zaliha, a time i kontinuitet proizvodnje, ovisi o organiziranosti, kvaliteti, kvantiteti i kapacitetu transportnih sredstava te stanju putne mreže.



#### 4.5. Primjer utjecaja učestalosti naručivanja na razinu zaliha

Tvrtka proizvodi rezervne dijelove za avionske motore. Komponenta Y02PN ima potražnju od 200 artikala godišnje i trošak proizvodnje  $t$  iznosi 1000 \$ po proizvodu. Trošak naručivanja košta 800\$. Godišnja stopa troška držanja zaliha  $p$  iznosi 18%. Manjak proizvoda nije dozvoljen. Trošak držanja zaliha izračunava se tako da se pomnoži godišnja stopa troška držanja zaliha i jedinični trošak proizvodnje.

$$h = p * c \quad (9)$$

$$h = 0.18 * 1000 = 180 \text{ dolara godišnje po artiklu}$$

Sljedeće je potrebno izračunati optimalnu količinu nabave. Za nju su potrebni podaci o godišnjoj potražnji, trošku pripreme i trošku skladištenja:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 200 * 800}{180}} = 42.16, \text{ odnosno } 43 \text{ artikla}$$

Vrijeme između dvije narudžbe dobiva se dijeljenjem količine naručivanja i potražnje:

$$T = \frac{42.16}{200} = 0.2108 = 77.94, \text{ odnosno } 78 \text{ dana}$$

U ovom slučaju, ukupni troškovi se izračunavaju sljedećom formulom:

$$\mu(q) = \frac{kd}{q} + cd + \frac{1}{2} * hq \quad (10)$$

Gdje je:

- $\mu$  - ukupni trošak;
- $k$  - trošak narudžbe;
- $q$  - optimalna količina nabave;
- $h$  - trošak skladištenja;
- $c$  - trošak proizvodnje.

Rezultat slijedi:

$$\mu(q) = \frac{800 * 200}{42.16} + 1000 * 200 + \frac{1}{2} * 180 * 42.16 = 207\,589.46 \text{ dolara godišnje}$$

U praksi, vrijednosti  $q$  i  $T$  se moraju zaokruživati. Još treba izračunati točku ponovne nabave i godišnji broj potražnji. Narudžbu treba postaviti 7 dana prije nego što razina zaliha bude na nuli. Ako je vrijeme između dvije narudžbe 78 dana, točka ponovne nabave glasi:

$$R = \left(7 - \frac{7}{78}\right) * \frac{200}{365} = 3.78 = 4 \text{ artikla}$$

Zagrada u jednadžbi predstavlja vrijeme isporuke, drugi član predstavlja potražnju. Godišnji broj narudžbi dobije se dijeljenjem potražnje i količine naručivanja: [6, str. 129 – 130.]

$$N = \frac{200}{42} = 4.76 = 5 \text{ ciklusa naručivanja godišnje}$$

## 5. ZAKLJUČAK

Zalihe su ključan element u kontroliranju proizvodnje i prodaje. Analizom kriterija koji utječu na njihovu količinu moguće je uvelike optimizirati razinu istih i postići učinkovitu proizvodnju i prodaju. Opseg proizvodnje i isporuke je svakako jedan od najvažnijih kriterija, što se konkretno može vidjeti na modelima upravljanja proizvodnjom i isporukom poput MRP-a i JIT-a. Ključna je potražnja, odnosno, promjene na tržištu kompliciraju plan proizvodnje i prodaje. On je važan zbog uklanjanja nedostataka, u slučajevima manjka zaliha ili viška. Na primjeru MRP-a može se konkretno vidjeti važnost dobre razrade plana proizvodnje. Uvjeti transporta i skladištenja su usko vezani, što je prikazano njihovim dodirnim točkama. Ako su prijevozna sredstva i oprema u skladištu brojnija i kvalitetnija te je stručnost skladišnog osoblja veća, time će obrtaj zaliha na skladištu biti veći i mogu se očekivati manji troškovi skladišta i veći prihodi od proizvodnje, odnosno daljnje prodaje. Za dopremu robe do skladišta potreban je vanjski transport. Kvaliteta i kvantiteta prijevoznih sredstava je u izravnoj vezi sa količinom zaliha, što je veća kvaliteta i kvantiteta transportnih sredstava, to je količina zaliha koja se distribuira veća, a isto vrijedi i u obrnutom primjeru. Uvjeti na tržištu su jedan od kriterija koje je teško kontrolirati, no zato je važno dobro ih prognozirati. Ako je poduzeće sposobno što sigurnije predviđati buduće potrebe, to je niža neizvjesnost i sigurnosna zaliha, a samim time i troškovi nabave i skladištenja. Kod učestalosti naručivanja važno je reći da što je veći obrtaj zaliha na skladištu, to je poslovanje bolje te padaju troškovi skladištenja. Naglasak je na troškovima skladištenja i naručivanja pa je važno koristiti optimalnu količinu nabave koja te troškove minimalizira. Potrebno je odrediti točku ponovne nabave, odnosno razinu zaliha na kojoj će se naručivati nova narudžba. Uz nju potrebna je i sigurnosna zaliha da proizvodnja ili prodaja ne dođe do zaustavljanja. Idući kriterij je karakteristika robe. On je glavni, temeljan kriterij i služi kao podloga za sve ostale kriterije. Različite vrste robe će imati različite uvjete skladištenja, transporta i slično. Zaključno, kroz analizu svih kriterija i primjere, vidljivo je da zalihe održavaju proizvodnju i prodaju, a samim time i tržište u cjelini te da taj aspekt poslovanja zaslužuje veliku pažnju u optimiziranju poslovanja.

## Literatura

- [1] Waters D., Logistics: An Introduction to Supply Chain Management, Palgrave Macmillan, New York, 2003.
- [2] Šafran M., Nastavni materijali iz kolegija „Upravljanje zalihama“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [3] Habek M., Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, RRI-F-plus, Zagreb, 2002.
- [4] Muller M., Essentials of Inventory Management, AMACOM, New York, 2003.
- [5] Chopra S., Designing the Distribution Network in a Supply Chain, Kellogg School of Management, Evanston, 2001.
- [6] G. Ghiani, G. Laporte, R. Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, John Wiley and Sons, Chichester, 2004.
- [7] I. Beker, Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih znanosti, Novi Sad, 2011.
- [8] Božić D., Nastavni materijali iz kolegija „Upravljanje zalihama“, Auditorne vježbe 4, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [9] 11. <http://flylib.com/books/en/3.287.1.217/1/> (rujan 2015.)
- [10] [http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8517/mod\\_resource/content/0/klasifikacija\\_robe\\_i\\_karakteristike\\_rautih\\_materijala.pdf](http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/8517/mod_resource/content/0/klasifikacija_robe_i_karakteristike_rautih_materijala.pdf) (rujan 2015.)
- [11] <http://web.efzg.hr/dok/TRG/Interni%20materijali%20iz%20kolegija%20PL.pdf> (rujan 2015.)
- [12] Hugos M., Essentials of Supply Chain Management, John Wiley and Sons, 2003.

## **Popis kratica**

MRP	(Manufacturing Resources Planning) model planiranja materijalnih potreba
MRP II	(Material Requirements Planning) model planiranja resursa za proizvodnju
JIT	(Just in Time) model usklađivanja zaliha samo onda kada su potrebni
EOQ	(Economic Order Quantity) ekonomska količina nabave

## **Popis slika**

Slika 1. Vrste zaliha i njihovo kretanje .....	2
Slika 2. Osoblje i vrste prijama.....	18
Slika 3. Kanali distribucije.....	20

## Popis tablica

Tablica 1. Plan proizvodnje za barski stolac u primjeru opsega proizvodnje i isporuke .....	30
Tablica 2. Plan nabave nogu u primjeru opsega proizvodnje i isporuke .....	31
Tablica 3. Plan nabave sjedala u primjeru opsega proizvodnje i isporuke .....	31
Tablica 4. Masa pošiljki u kilogramima u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha .....	34
Tablica 5. Sortirana lista svih pošiljki u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha .....	34
Tablica 6. Raspored pošiljki prema putovanjima u primjeru utjecaja transporta na razinu zaliha .....	35

## Popis grafikona

Grafikon 1. Nezavisna potražnja u vremenu.....	5
Grafikon 2. Prikaz serija zavisne potražnje u vremenu .....	6
Grafikon 3. Tehnika periodičnog popunjavanja zaliha.....	7
Grafikon 4. Tehnika kontinuiranog popunjavanja zaliha .....	8
Grafikon 5. Utjecaj postojećih zaliha.....	11
Grafikon 6. Odnos troškova i broja skladišta u distributivnoj mreži .....	15
Grafikon 7. Ekonomska količina nabave .....	27





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000  
Zagreb  
Vukelićeva  
4

## METAPODACI

**Naslov rada:** Analiza kriterija za određivanje količine zalihe

**Autor:** Krešimir Peraić

**Mentor:** prof. dr. sc. Mario Šafran

**Naslov na drugom jeziku (engleski):**

Criteria of Inventory Management Analysis

**Povjerenstvo za obranu:**

- prof. dr. sc. Kristijan Rogić , predsjednik
- prof. dr. sc. Mario Šafran , mentor
- dr. sc. Diana Božić , član
- doc. dr. sc. Ratko Stanković , zamjena

**Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Zavod za transportnu logistiku

**Vrsta studija:** Sveučilišni

**Naziv** **studijskog**

**programa:** Inteligentni transportni sustavi i logistika

**Stupanj:** Preddiplomski

**Akademski naziv:** univ. bacc. ing. traff.

**Datum obrane završnog**

**rada:** 15.9.2015.



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Analiza kriterija za određivanje količine zaliha**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 02.09.2015.

\_\_\_\_\_  
(potpis)